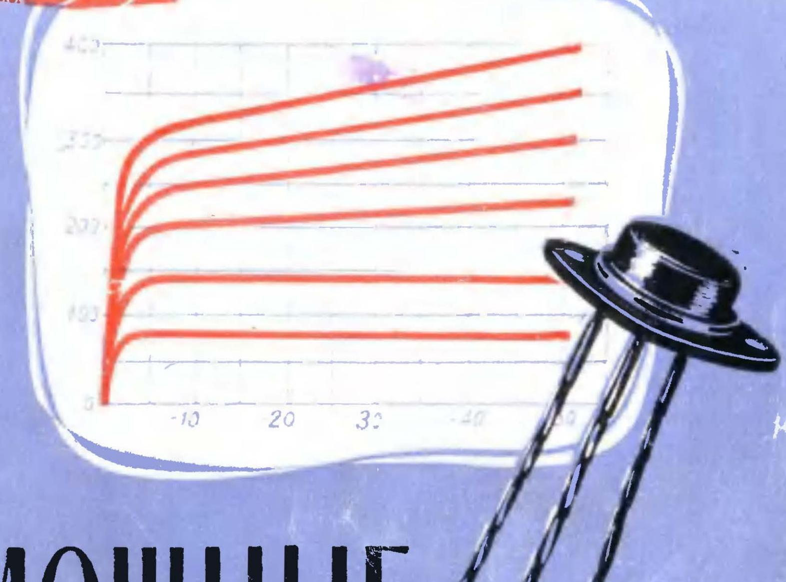


В. К. ЛАБУТИН



МОЩНЫЕ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ



МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 548

(Справочная серия)

В. К. ЛАБУТИН

МОЩНЫЕ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ



ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭНЕРГИЯ"

МОСКВА 1965 ЛЕНИНГРАД

УДК 621.382.3(032)
Л12

Содержатся справочные данные по наиболее распространенным типам мощных низкочастотных германиевых и кремниевых транзисторов.

Приводятся таблицы параметров, статические характеристики зависимости важнейших параметров от режима и от температуры, предельно допустимые эксплуатационные режимы и примеры схем применения.

В справочник включены рекомендации по конструированию аппаратуры с мощными транзисторами.

Лабутин Вадим Константинович
Мощные низкочастотные транзисторы.
М.—Л., издательство „Энергия", 1965. 32 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 518.)
Тематический план 1964 г. № 387.

Редактор *А. И. Кузьминов* Техн. редактор *Т. Н. Царева*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 13/V 1964 г. Подписано к печати 11/XII 1964 г.
Т-13452 Бумага 84×108[1]/32 Печ. л. 1,64 Уч.-изд. л. 1,46
Тираж 100 000 экз. Цена 06 коп. Зак. 1245

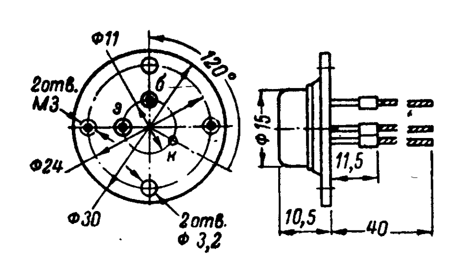
Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати.
Шлюзовая наб., 10.

П4А—П4Д

ГЕРМАНИЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ, *p-n-p*

Основные области применения: мощные усилители низкой частоты (1—50 *вт*), преобразователи постоянного напряжения (до 200 *вт*), стабилизаторы напряжения (ток нагрузки до 5 *а*), коммутаторы больших мощностей (до 150 *вт*).

Конструкция и расположение выводов



Электрические, тепловые и предельно допустимые эксплуатационные данные (общие для всех подтипов серии П4А—П4Д)

Максимальная рассеиваемая мощность:

без дополнительного теплоотвода . . . . 2 *вт*

с радиатором (дюралюминиевая пластина 200×200×4 *мм*) . . . . 20 *вт*

Предельно допустимые температуры переходов . . —60÷+90° С

Тепловое сопротивление:

от переходов до корпуса транзистора . . . . . . 2° С/*вт*

от переходов до окружающего воздуха (без радиатора) . . . . 35° С/*вт*

Максимальный ток коллектора и эмиттера . . . . . 5 *а*

Минимальный ток коллектора в усилительных режимах . . . . 75 *ма*

Граничная частота усиления по току f_α . . . . . . $\geqslant$150 *кгц*

Обратный ток эмиттера $I_{э.б}$, при $U_{э.б} = -10$ *в* . . $\leqslant$0,5 *ма*

Электрические и предельно допустимые эксплуатационные данные для подтипов транзисторов П4А — П4Д

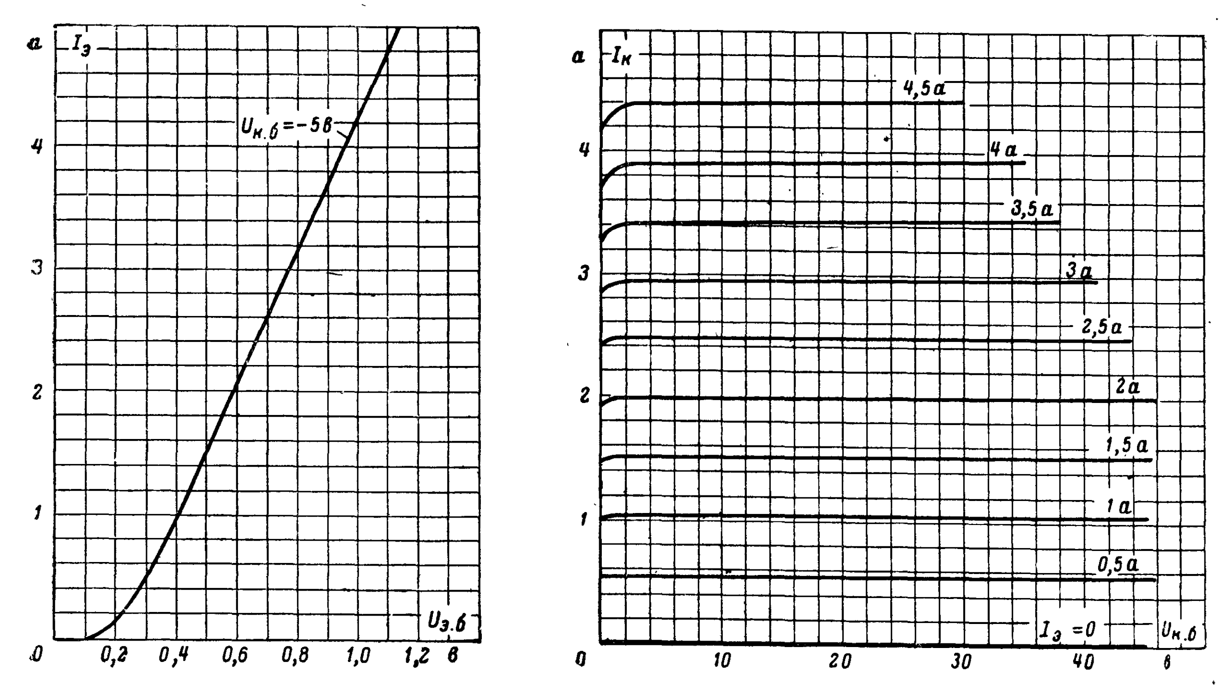
Параметры	П4А	П4Б	П4В	П4Г	П4Д
Коэффициент усиления по току[1] $h_{21э}$	⩾5	15—40	⩾10	15—30	⩾30
Коэффициент усиления по мощности[2] K_p, *дб*	⩾20	⩾23	⩾20	⩾27	⩾30
Обратный ток коллектора $I_{к.0}$, *ма* (при напряжении $U_{к.б}$, *в*)	⩽0,5 (—10) ⩽10 (—50)	⩽0,4 (—10) ⩽10 (—60)	⩽0,4 (—10) ⩽10 (—35)	⩽0,4 (—10) ⩽10 (—50)	⩽0,4 (—10) ⩽10 (—50)
Обратный ток эмиттера $I_{э0}$, *ма* (при напряжении $U_{э.б}$, *в*)	⩽20 (—50)	⩽20 (—60)	⩽20 (—35)	⩽10 (—50)	⩽10 (—50)
Начальный ток коллектора[3] $I_{к.н}$, *ма* (при напряжении $U_{к.э}$, *в*)	⩽50 (—50)	⩽20 (—60)	⩽20 (—35)	⩽20 (—50)	⩽20 (—50)
Остаточное напряжение коллектора при насыщении[4] $U_{к.нас}$, *в*	—	⩽0,5	⩽0,5	⩽0,5	—
Предельно допустимое напряжение $U_{к.б}$, *в*, при $I_э = 0$	—60	—70	—40	—60	—60
Предельно допустимое напряжение $U_{к.э}$, *в*:					
при $R_б \leqslant 15$ *ом*	—50	—60	—35	—50	—50
при $R_б \leqslant 500$ *ом* и $R_э = 15$ *ом*	—40	—50	—25	—40	—40
Предельно допустимое напряжение $U_{э.б}$, *в*, при $I_к = 0$	—50	—60	—35	—50	—50
Предельно допустимое напряжение $U_{э.к}$, *в*, при $I_б = 0$	—30	—30	—20	—30	—30

[1] При $U_к = -10$ *в* и $I_к = 2$ *а*.

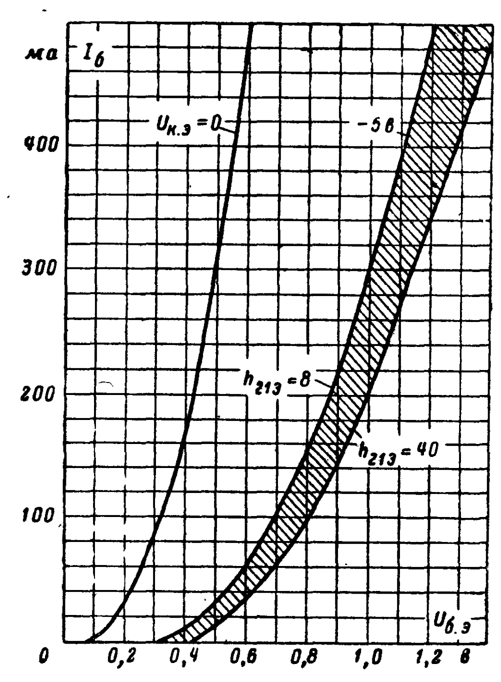
[2] В схеме с общим эмиттером, режиме А, при $U_к = -26$ *в*, $I_к = 1$ *а*, $R_г = 15$ *ом*, $R_н = 25$ *ом*, $P_{вых} = 10$ *вт* и коэффициенте нелинейных искажений не более 15% для подтипа П4А и не более 10% для остальных подтипов.

[3] При $R_б = 0$.

[4] При $I_{н.нас} = 2$ *а* и при $I_б = 0{,}3$ *а*.

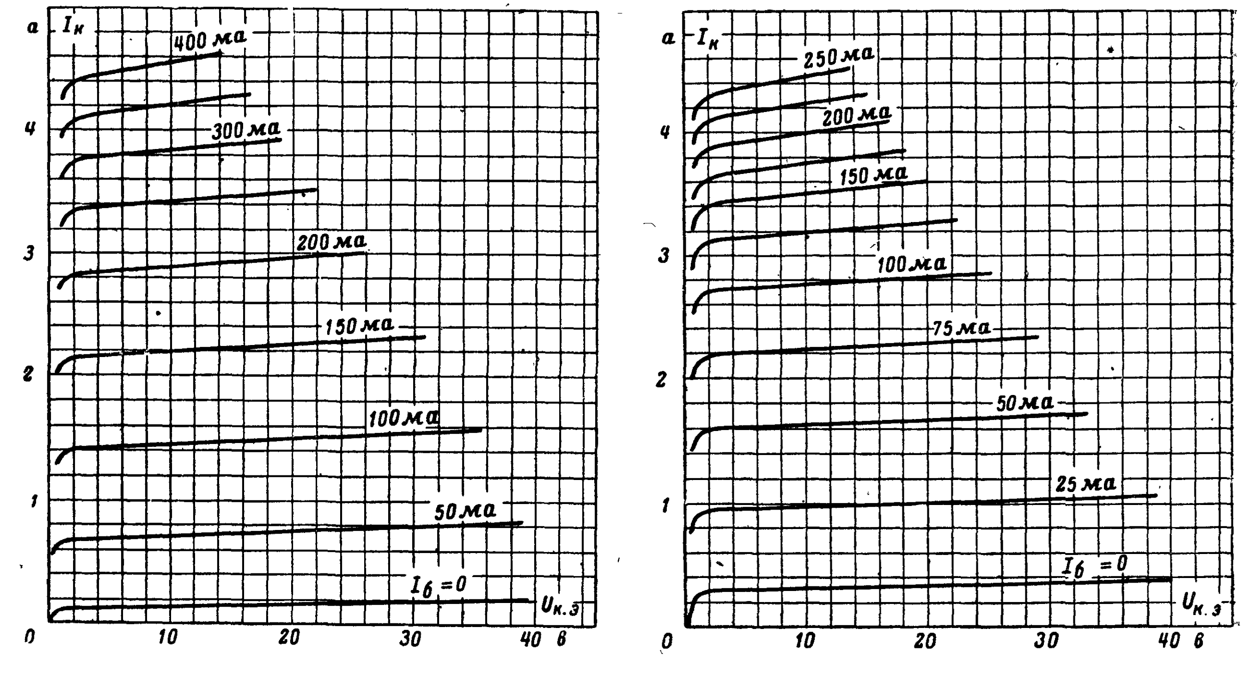


Статические характеристики транзисторов П4А—П4Д в схеме с общей базой.

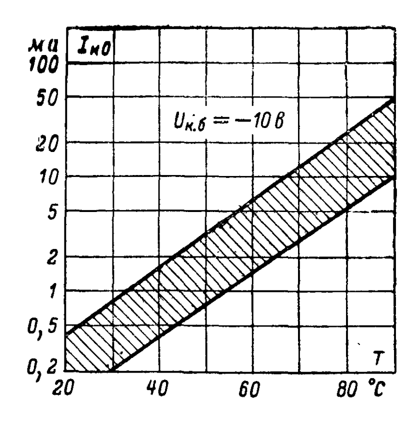


Входные статические характеристики транзисторов П4А—П4Д в схеме с общим эмиттером.

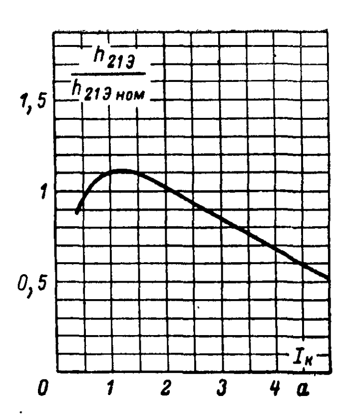
Выходные статические характеристики в схеме с общим эмиттером для транзисторов П4А и П4В при значении $h_{21э} = 10$.



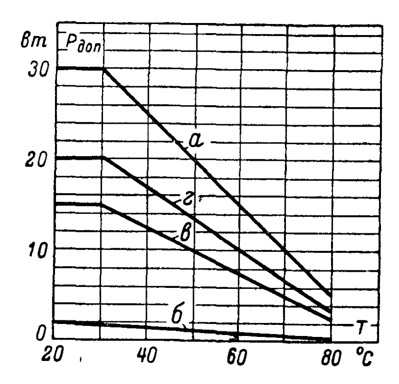
Выходные статические характеристики в схеме с общим эмиттером для транзисторов П4А—П4Д при значении $h_{21э}=16$ (слева) и $h_{21э}=30$ (справа).



Типовая зависимость обратного тока коллектора транзисторов П4А—П4Д от температуры.

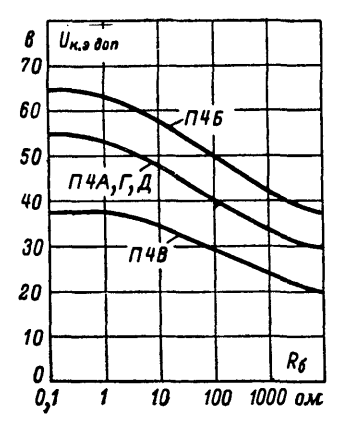


Типовая зависимость коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от тока коллектора для транзисторов П4А—П4Д.



Зависимость предельно допустимой мощности, рассеиваемой транзисторами П4А—П4Д, от температуры корпуса (*а*) и от температуры окружающего воздуха:

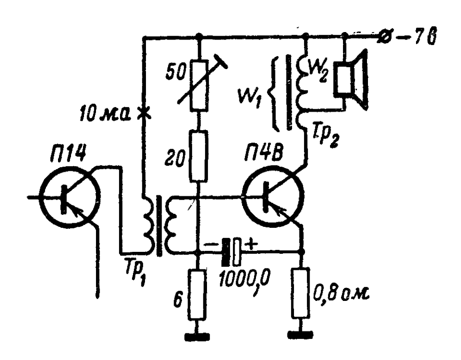
б — без радиатора; *в* — с алюминиевым радиатором размерами 200×200×4 *мм* и слюдяной прокладкой толщиной 70 *мк*; *г* — то же без прокладки.



Зависимости предельно допустимого напряжения для транзисторов П4А—П4Д от сопротивления цепи базы.

Однотактный усилитель для режима А

$P_{вых} = 2,5$ *вт*; $Тр_1$ — пластины Ш-16, набор 10 *мм*; $w_1 = 750$ витков ПЭЛ 0,22; $w_2 = 150$ витков ПЭЛ 0,3; $Тр_2$ — пластины Ш-16, набор 20 *мм*; $w_1 = 180$ витков ПЭЛ 1,0.



Отвод для присоединения громкоговорителя с сопротивлением звуковой катушки $R_н \leqslant 6$ *ом* делается от числа витков

$$w_2 = w_1 \sqrt{\frac{R_н}{6}}.$$

Двухтактный усилитель для режима В

$P_{вых}$ от 5 до 20 *вт*.

Эквивалентное сопротивление нагрузки $R_{к.к}$ (между коллекторами)

$$R_{к.к} = \frac{1,7E_к^2}{P_{вых}}.$$

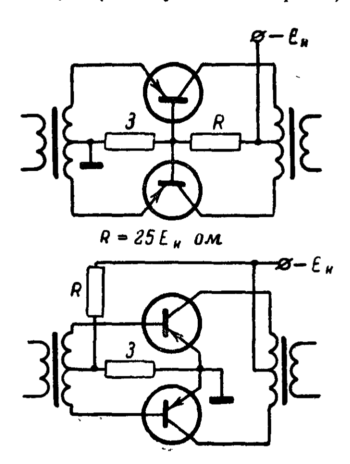
По значению импульса тока базы (при схеме с ОЭ) или тока эмиттера (при схеме с ОБ)

$$I_{вх\,m} = \frac{2,5P_{вых}}{|h_{21}|\,E_к},$$

при помощи входных статических характеристик для соответствующей схемы включения определяется амплитуда входного напряжения $U_{вх\,m}$.

Входное сопротивление каскада (между базами)

$$R_{вх} = \frac{4U_{вх\,m}}{I_{вх\,m}};$$



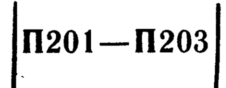
входная мощность возбуждения каскада

$$P_{вх} = \frac{U_{вх\,m} I_{вх\,m}}{2}$$

и коэффициент усиления по мощности

$$K_P = 0{,}8\,|h_{21}|\,\frac{E_к}{U_{вх\,m}}.$$

Для схемы с общей базой принимают значение $|h_{21б}| = 0{,}9$.

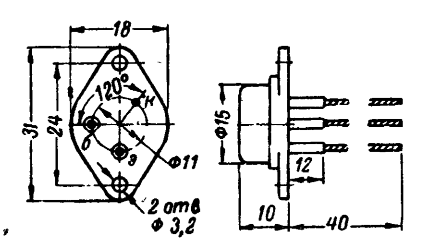


П201—П203

ГЕРМАНИЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ, *p-n-p*

Основные области применения: мощные усилители низкой частоты (0,5—10 *вт*), преобразователи постоянного напряжения (до 50 *вт*), стабилизаторы напряжения на ток до 2,5 *а*, коммутаторы больших мощностей (до 40 *вт*).

Конструкция и расположение выводов



Электрические, тепловые и предельно допустимые эксплуатационные данные (общие для всех подтипов серии П201—П203)

Максимальная рассеиваемая мощность:	
без дополнительного теплоотвода	1 *вт*
с радиатором (дюралюминиевая пластина 120×120×4 *мм*)	10 *вт*
Предельно допустимые температуры переходов . .	—60÷+100° С
Тепловое сопротивление:	
от переходов до корпуса транзистора	3,5° С/*вт*
от переходов до окружающего воздуха	40° С/*вт*
Минимальный ток коллектора в усилительных режимах	10 *ма*
Обратный ток эмиттера при $U_{э.б} = -10$ *в*:	
при температуре 20° С	⩽0,4 *ма*
при температуре 70° С	⩽2,5 *ма*
Остаточное напряжение коллектора в режиме насыщения при $I_к = 2$ *а*, $I_б = 0{,}3$ *а*	⩽2,5 *в*

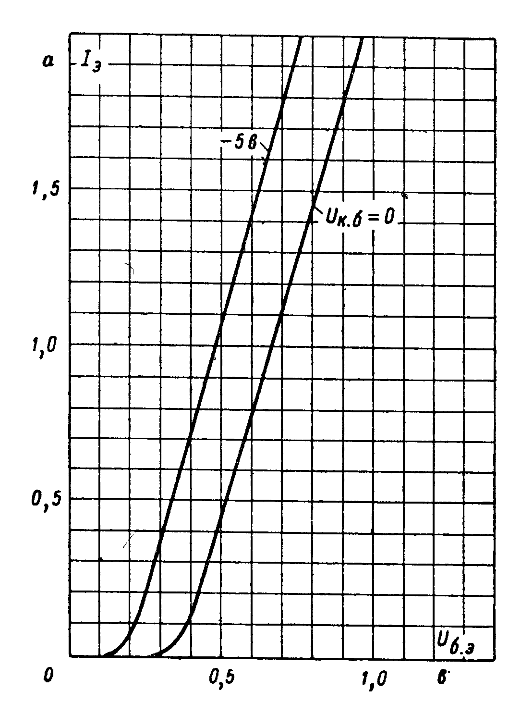
Электрические и предельно допустимые эксплуатационные данные для подтипов транзисторов П201 — П203

Параметры	П201	П201А	П202	П203
Коэффициент усиления по току[1] $h_{21э}$	≥ 20	≥ 40	≥ 20	$S = 1,2 \div 1,8$ *а/в*[3]
Граничная частота усиления по току[1] f_{α}, *кгц*	≥ 100	≥ 200	≥ 100	≥ 200
Обратный ток коллектора $I_{к0}$, *ма* (при напряжении $U_{к.б}$, *в*)	≤ 0,4 (—20) ≤ 5 (—45)	≤ 0,4 (—20) ≤ 5 (—45)	≤ 0,4 (—30) ≤ 5 (—70)	≤ 0,4 (—30) 5 (—70)
То же при температуре 70° С	≤ 2 (—20)	≤ 2 (—20)	≤ 3,5 (—30)	3,5 (—30)
Обратный ток эмиттера $I_{э0}$, *ма* (при напряжении $U_{э.б}$, *в*)	≤ 5 (—35)	≤ 5 (—35)	≤ 5 (—45)	5 (—45)
Начальный ток коллектора $I_{к.н}$, *ма* (при напряжении $U_{к.э}$, *в*):				
при $R_б = 0$	≤ 5 (—30)	≤ 5 (—30)	≤ 0,5 (—30)	—
при $R_б \leqslant 50$ *ом*	≤ 10 (—30)	≤ 10 (—30)	≤ 10 (—55)	≤ 10 (—55)
Сквозной ток коллектора[2] $I_{к.с}$, *ма* (при напряжении $U_{к.э}$, *в*)	≤ 5 (—22)	≤ 5 (—22)	≤ 5 (—30)	≤ 5 (—30)
Предельно допустимый ток коллектора $I_{к.доп}$, *а*:				
в режиме усиления	1,5	1,5	2	2
в режиме переключения	—	2	2,5	2,5
Предельно допустимое напряжение $U_{к.б}$, *в*	—45	—45	—70	—70
при температуре 70° С	—30	—30	—55	—55
Предельно допустимое напряжение $U_{к.э}$, *в*, при $R_б \leqslant 50$ *ом*	—30	—30	—55	—55
при температуре 50° С	—22	—22	—30	—30
Предельно допустимое напряжение $U_{э.б}$, *в*, при $I_к = 0$	—35	—35	—45	—45

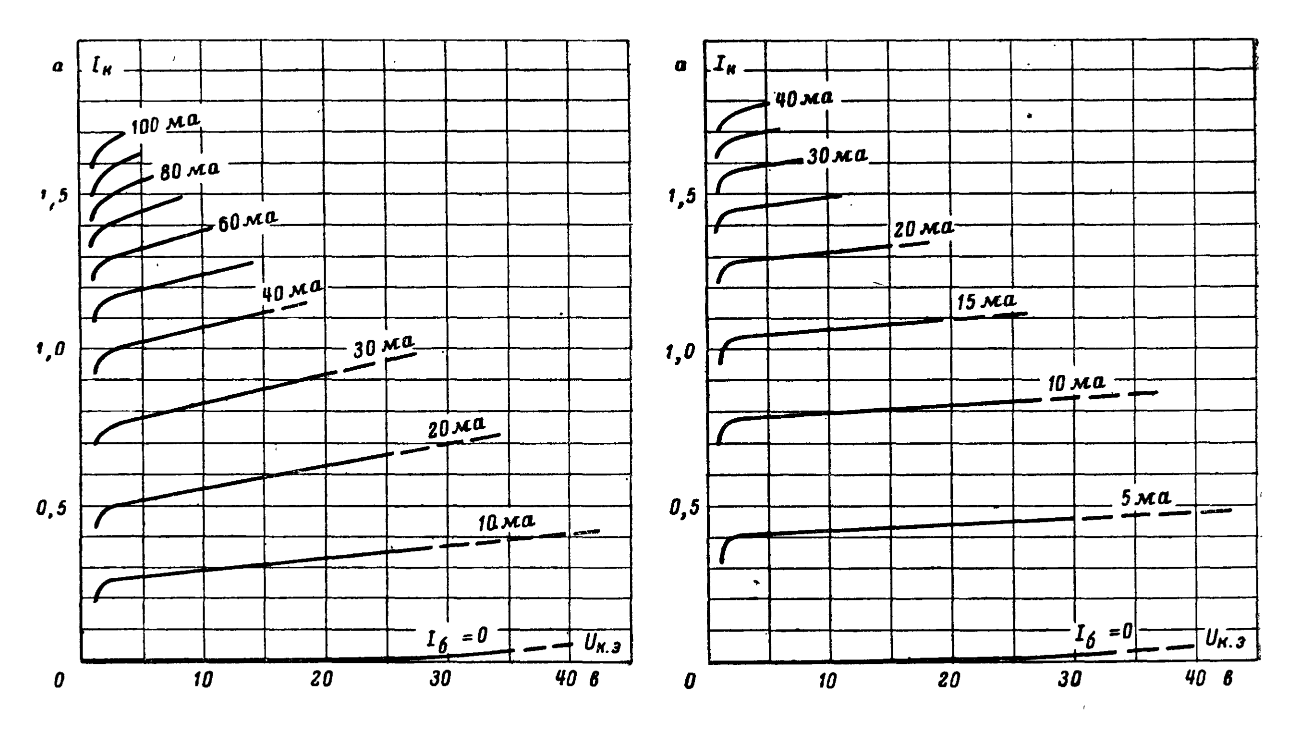
[1] При $U_к = -10$ *в* и $I_к = 0,2$ *а*.

[2] При $I_б = 0$.

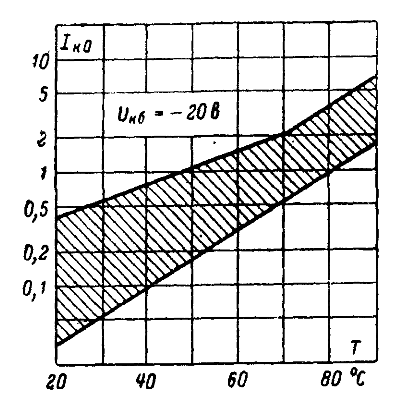
[3] Средняя динамическая крутизна характеристики усиления в активной области при $E_к = 28$ *в* и $R_н = 36$ *ом*.



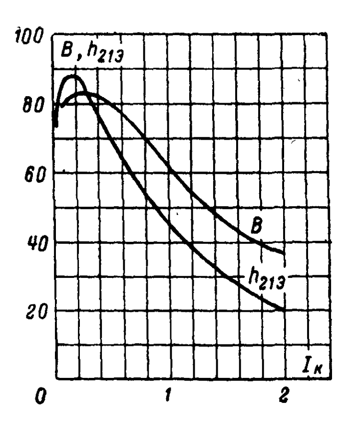
Входные статические характеристики транзисторов П201—П203 в схеме с общей базой (слева) и с общим эмиттером (справа).



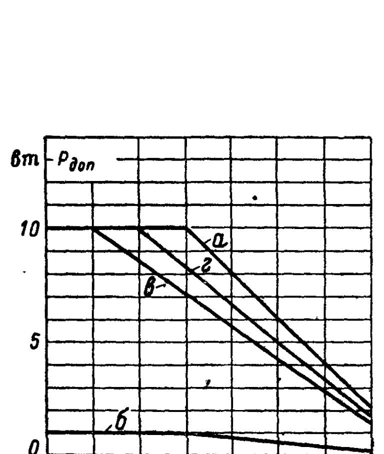
Выходные статические характеристики транзисторов П201—П203 в схеме с общим эмиттером при значениях $h_{21э}=30$ (слева) и $h_{21э}=60$ (справа).



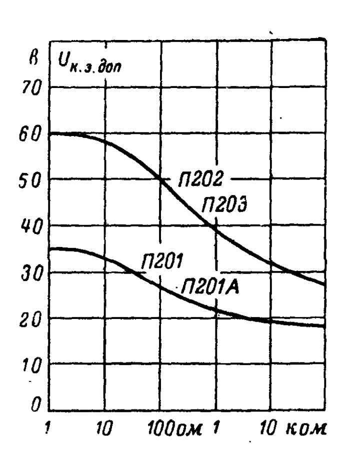
Типовая зависимость обратного тока коллектора транзисторов П201—П203 от температуры.



Типовые зависимости коэффициентов усиления по току (дифференциального — $h_{21э}$ и по постоянному току — B) в схеме с общим эмиттером от тока коллектора для транзисторов П201—П203.

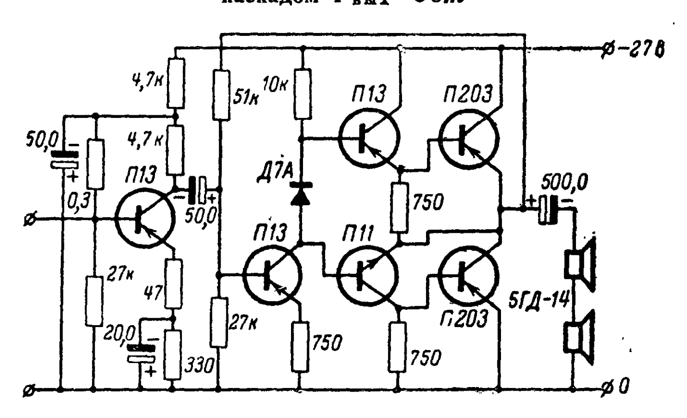


Зависимости предельно допустимой мощности, рассеиваемой транзисторами П201—П203, от температуры корпуса (*а*) и от температуры окружающего воздуха: *б* — без радиатора, *в* — с алюминиевым радиатором 120×120×4 *мм* и слюдяной прокладкой толщиной 70 *мк*, *г* — то же без прокладки.



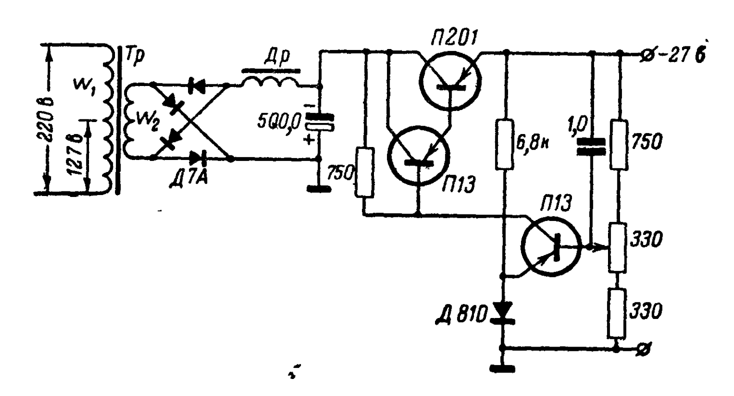
Зависимости предельно допустимого напряжения $U_{к.э}$ для транзисторов П201—П203 от сопротивления цепи базы.

Усилитель низкой частоты с двухтактным бестрансформаторным каскадом $P_{вых}$=6 *вт*



Номинальная выходная мощность 6 *вт* при коэффициенте нелинейных искажений не более 5%. Полоса усиливаемых частот от 20 *гц* до 20 *кгц* при неравномерности частотной характеристики — 3 *дб*. Номинальный уровень входного сигнала 50 *мв*. Потребление тока в режиме покоя 7 *ма*, при номинальной мощности 350 *вт*.

Выпрямитель с полупроводниковым стабилизатором напряжения на 27 *в* и ток до 0,5 *а* (для питания усилителя по приведенной выше схеме)



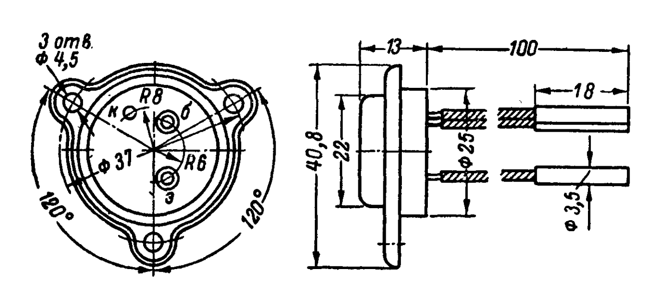
Тр — пластины Ш-22, набор 35 *мм*; w_1=2 000 витков ПЭЛ 0,25 (220 *в*), отвод от 1 160 витков (127 *в*), w_2=220 витков ПЭЛ 0,7; *Др* — пластины Ш-22, набор 35 *мм*; w=800 витков ПЭЛ 0,7. Пределы регулирования стабилизированного напряжения от 24 до 32 *в*. Внутреннее сопротивление стабилизатора менее 0,06 *ом*.

П209—П210

ГЕРМАНИЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ, *p-n-p*

Основные области применения: мощные усилители низкой частоты (10—100 *вт*), преобразователи постоянного напряжения (до 400 *вт*), стабилизаторы напряжения (ток нагрузки до 12 *а*), коммутаторы больших мощностей (до 600 *вт*).

Конструкция и расположение выводов



Электрические, тепловые и предельно допустимые эксплуатационные данные (общие для всех подтипов серии П209—П210)

Максимальная рассеиваемая мощность:

без дополнительного теплоотвода	1,5 *вт*
при температуре корпуса 25° С	60 *вт*
при температуре корпуса 55° С	30 *вт*

Предельно допустимые температуры переходов . . —60 ÷ + 85° С

Тепловое сопротивление:

от переходов до корпуса транзистора	1° С/*вт*
от переходов до окружающего воздуха (без радиатора)	23° С/*вт*

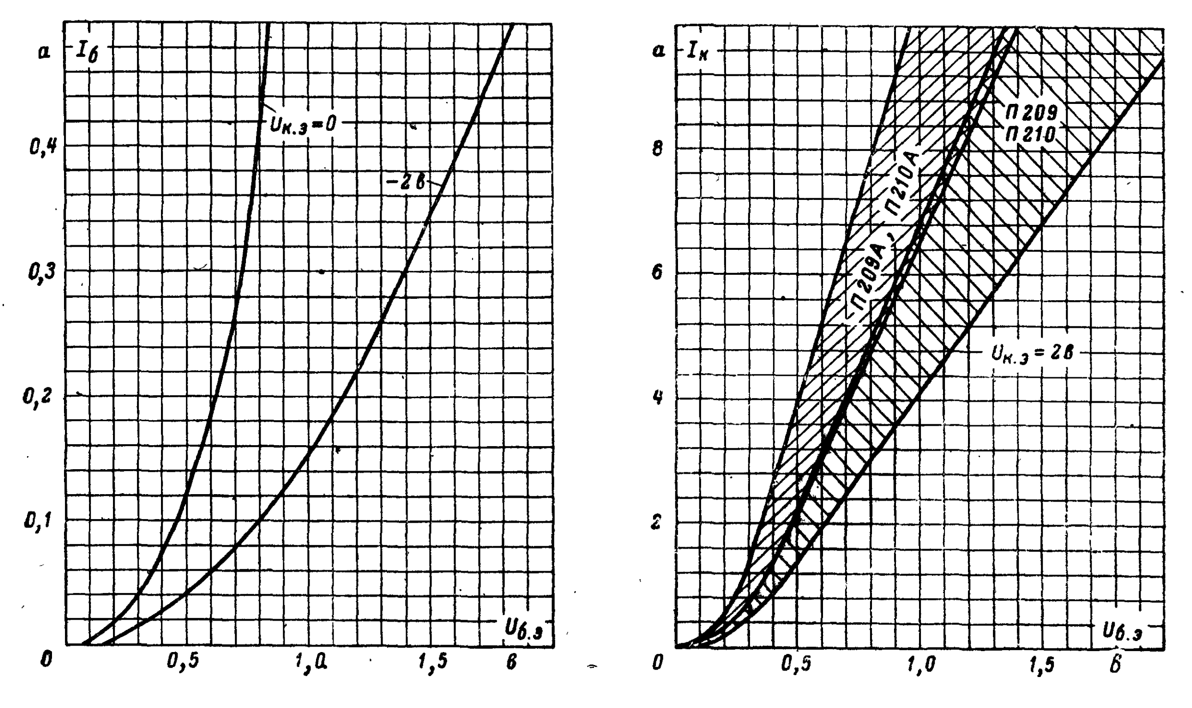
Максимальный ток коллектора и эмиттера	12 *а*
Минимальный ток коллектора в усилительных режимах	100—150 *ма*
Коэффициент усиления по постоянному току в схеме с общим эмиттером B при $U_к = -2$ *в* и $I_к = 5$ *а*	$\geqslant 15$
Граничная частота усиления по току f_α	$\geqslant 100$ *кгц*

Электрические и предельно допустимые эксплуатационные данные для подтипов транзисторов П209 — П210

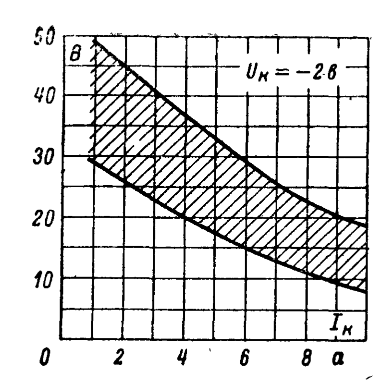
Параметры	П209	П209А	П210	П210А
Крутизна характеристики усиления S, $a/в$, при $U_{к.э} = -2$ $в$:				
при токе коллектора 5 a	5,5—11	⩾9	5,5÷11	⩾9
при токе коллектора 10 a	⩾4,5	⩾7	⩾4,5	⩾7
Обратный ток коллектора $I_{к0}$, $ма$ (при напряжении $U_{к.б}$, $в$)	⩽8 (—45)	⩽8 (—45)	⩽12 (—65)	⩽12 (—65)
Начальный ток коллектора[1] $I_{к.н}$, $ма$ (при напряжении $U_{к.э}$, $в$)	⩽5 (—40)	⩽5 (—40)	⩽8 (—60)	⩽8 (—60)
Остаточное напряжение коллектора при насыщении[2] $U_{к.нас}$, $в$	0,5—1	⩽0,6	0,5—1	⩽0,6
Предельно допустимое напряжение $U_{к.б.доп}$, $в$, при $I_э = 0$ при температуре переходов от —60 до +85° С	—45	—45	—65	—65
Предельно допустимое напряжение $U_{к.э.доп}$, $в$:				
при $R_б \leqslant 10$ $ом$	—40	—40	—60	—60
при запертом эмиттерном переходе ($U_{э.б} = -1,5$ $в$)	—45	—45	—65	—65

[1] При $R_б = 0$.

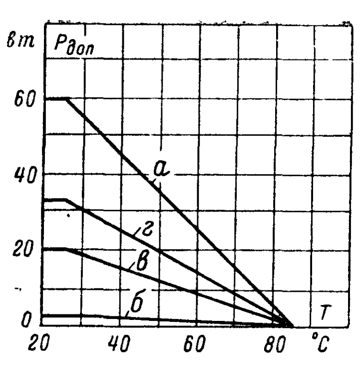
[2] При $I_к = 5$ a и $I_б = 0,5$ a.



Входные статические характеристики (слева) и характеристики усиления транзисторов П209—П210 в схеме с общим эмиттером.



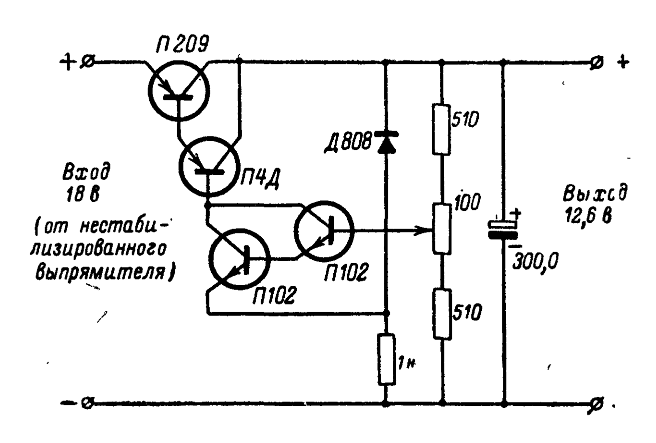
Зависимость коэффициента усиления по постоянному току в схеме с общим эмиттером от тока коллектора для транзисторов П209—П210.



Зависимость предельно допустимой мощности, рассеиваемой транзисторами П209—П210, от температуры корпуса (*а*) и от температуры окружающего воздуха:

б — без радиатора, *в* — с алюминиевым радиатором 200×200×4 *мм* и слюдяной прокладкой толщиной 70 *мк*, *г* — то же без прокладки.

Стабилизатор напряжения на 12,6 *в* и ток 3 *а*



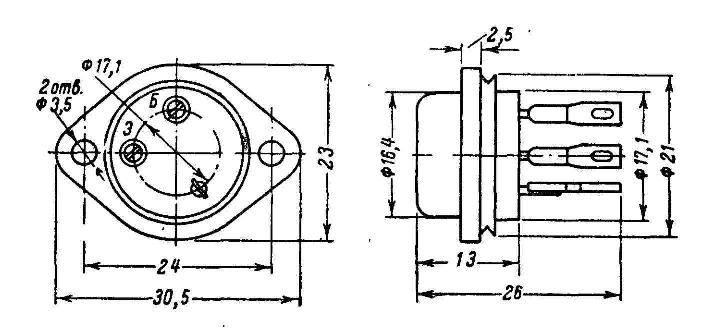
Максимальный ток нагрузки	3,5 *а*
Пульсация выходного напряжения при пульсации на входе 1%	3 *мв*
Стабильность выходного напряжения при изменении входного напряжения на 10% . . .	±0,2%
Внутреннее сопротивление	0,2 *ом*
К. п. д.	0,7

П213А—П214Г

ГЕРМАНИЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ, *p-n-p*

Основные области применения: мощные усилители низкой частоты (0,5—10 *вт*), преобразователи постоянного напряжения (до 50 *вт*) стабилизаторы напряжения (ток нагрузки до 5 *а*), коммутаторы больших мощностей (до 40 *вт*).

Конструкция и расположение выводов



Электрические, тепловые и предельно допустимые эксплуатационные данные (общие для всех подтипов серии П213А—П214Г)

Предельно допустимые температуры переходов	—60 ÷ +85° C
Предельно допустимый ток коллектора . . .	5 *а*
Предельно допустимый ток базы	0,5 *а*
Тепловое сопротивление от переходов до окружающего воздуха (без радиатора)	35° C/*вт*
Граничная частота усиления по току f_α, при $U_к = -10$ *в* и $I_э = 0,1$ *а*	$\geqslant$ 150 *кгц*

Электрические, тепловые и предельно допустимые эксплуатационные данные для подтипов транзисторов П213А—П214Г

Параметры	П213А	П213Б	П214В	П214Г
Предельно допустимое напряжение, $U_{к.б.доп}$, *в*	45	45	60	60
Предельно допустимое напряжение, $U_{к.э.доп}$, *в*:				
при $R_б=0$	—	—	—	—
при $R_б \leqslant 50$ *ом*	30	30	55	55
Предельно допустимое напряжение, $U_{э.б.доп}$, *в* при $I_к=0$	10	10	10	10
Обратный ток коллектора[1] $I_{к0}$, *ма* .	⩽1	⩽1	⩽1,5	⩽1,5
при температуре 70° С	⩽4,5	⩽4,5	⩽5	⩽5
Начальный ток коллектора[2] $I_{к.н}$, *ма*:				
при $R_б=0$	—	—	—	—
при $R_б \leqslant 50$ *ом*	⩽10	⩽10	⩽10	⩽10
Обратный ток эмиттера[3] $I_{э.0}$, *ма* . .	⩽0,4	⩽0,4	⩽0,4	⩽0,4
при температуре 70°С	⩽4,5	⩽4,5	⩽5	⩽5
Напряжение базы $U_{б.э}$, *в*, вызывающее ток $I_к=2,5$ *а*	—	—	—	—

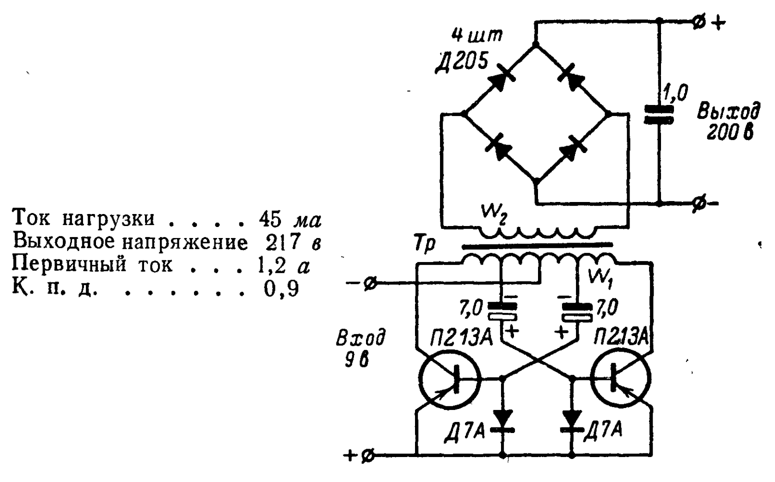
Продолжение

Параметры	П213А	П213Б	П214В	П214Г
Остаточное напряжение коллектора, при насыщении $U_{к.нас}$, *в*	—	$\leqslant 2,5$[5]	$\leqslant 2,5$[5]	$\leqslant 2,5$[5]
Коэффициент усиления по току[6] $h_{21э}$	$\geqslant 20$	$\geqslant 40$	$\geqslant 20$	$\geqslant 20$
Средняя динамическая крутизна характеристики усиления S, *а/в*, при $U_к=28$ *в* и $R_н=36$ *ом*	—	—	—	1,4—2,1
Тепловое сопротивление от переходов до корпуса, °C/*вт*	$\leqslant 4$	$\leqslant 4$	$\leqslant 4$	$\leqslant 4$
Максимальная рассеиваемая мощность $P_{доп}$, *вт*, при температуре корпуса до +45° C	10	10	10	10

[1] При напряжении $U_{к.б}$, равном $U_{к.б.доп}$, для данного подтипа.
[2] При напряжении $U_{к.э}$, равном $U_{к.э.доп}$, для данного подтипа.
[3] При напряжении $U_{э.б}$, равном $U_{э.б.доп}$, для данного подтипа.
[4] При $I_к=3$ *а* и $I_б=0,37$ *а*.
[5] При $I_к=2$ *а* и $I_б=0,3$ *а*.
[6] При $U_к=-5$ *в* и $I_к=1,0$ *а* для подтипа П213 и при $U_к=-5$ *в* и $I_к=0,2$ *а* для всех остальных подтипов.

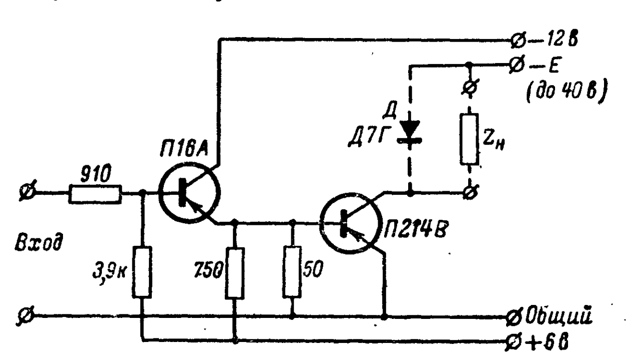
Преобразователь постоянного напряжения 9/200 *в*, 10 *вт*

Тр — сердечник из двух склеенных ферритовых колец Ф-1000 с внутренним диаметром 10 *мм*, W_1 — 36+12+12+36 витков ПЭВ 0,8, W_2 — 1 200 витков ПЭВ 0,2.



Ток нагрузки	45 *ма*
Выходное напряжение	217 *в*
Первичный ток . . .	1,2 *а*
К. п. д.	0,9

Переключающий усилитель для систем автоматики



Максимальный коммутируемый ток в цепи нагрузки . . . 1,3 *а*
Остаточный ток в цепи нагрузки в состоянии „выключено" 5 *ма*

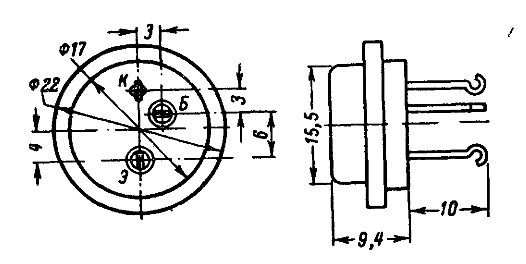
Для включения тока в цепи нагрузки входное напряжение должно иметь отрицательную полярность относительно общего провода и величину не менее 6,1 *в*. Для выключения тока в цепи нагрузки входное напряжение должно быть в пределах от —0,4 до +3 *в*. При индуктивном характере сопротивления нагрузки $Z_н$ включается диод *Д*, предотвращающий перенапряжения при выключении тока.

П302—П304

КРЕМНИЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ, *р-п-р*

Основные области применения: мощные низкочастотные усилители и переключатели, работающие при повышенной температуре (до +120° С).

Конструкция и расположение выводов



Тепловые и предельно допустимые эксплуатационные данные (общие для всех подтипов серии П302—П304)

Максимальная рассеиваемая мощность:

без дополнительного теплоотвода	2 *вт*
при температуре корпуса 120° С	3 *вт*

Предельно допустимые температуры переходов . .	—60 ÷ +150° С
Предельно допустимый ток коллектора	0,5 *а*
Предельно допустимый ток базы	0,2 *а*

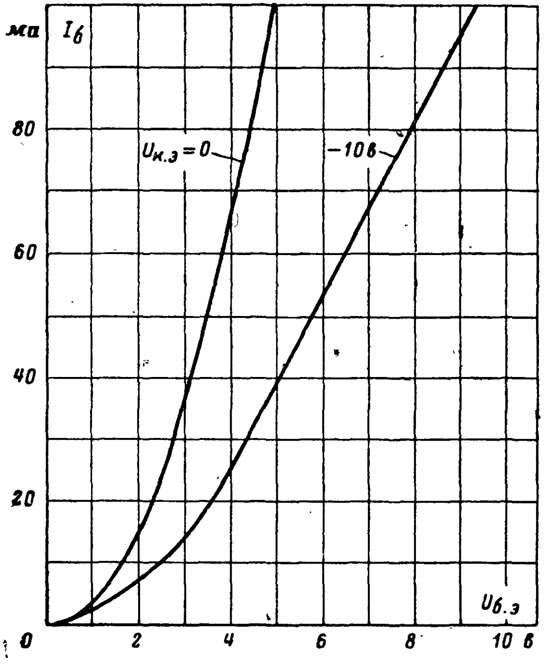
Тепловое сопротивление:

от переходов до корпуса	10° С/*вт*
от переходов до окружающего воздуха (без радиатора)	50° С/*вт*

Электрические и предельно допустимые эксплуатационные данные для подтипов транзисторов П302—П304

Параметры	П302	П303	П303А	П304
Коэффициент усиления по постоянному току[1] B	$\geqslant 10$	$\geqslant 6$	$\geqslant 6$	$\geqslant 5$
Граничная частота усиления по току[2] f_α, *кгц*	$\geqslant 200$	$\geqslant 100$	$\geqslant 100$	$\geqslant 50$
Напряжение базы $U_{б.э}$, *в* вызывающее ток $I_к=0,3$ *а* при $U_к=-10$ *в*	$\leqslant 6$	$\leqslant 10$	2,5—4	$\leqslant 10$
Сопротивление насыщения[3] $R_{нас}$, *ом*	—	$\leqslant 20$	$\leqslant 20$	—
в диапазоне температур от —60 до 120° C	—	$\leqslant 30$	$\leqslant 30$	—
Обратный ток коллектора $I_{к0}$, *ма* (при напряжении $U_{к.б}$, *в*)	$\leqslant 0,1$ (—35)	$\leqslant 0,1$ (—60)	$\leqslant 0,1$ (—60)	$\leqslant 0,1$ (—60)
Начальный ток коллектора $I_{к.н}$, *ма* (при напряжении $U_{к.э}$, *в*)	$\leqslant 1$ (—40)	$\leqslant 1$ (—70)	$\leqslant 1$ (—70)	$\leqslant 1$ (—100)
при температуре +120° C	$\leqslant 6$ (—30)	$\leqslant 6$ (—50)	$\leqslant 6$ (—50)	$\leqslant 6$ (—65)
Предельно допустимые напряжения $U_{к.б.доп}=U_{к.э.доп}$, *в*:				
в диапазоне температур от —20 до 100° C	—35	—60	—60	—80
в диапазоне температур от —60 до 120° C	—30	—50	—50	—65
при температуре +150° C	—18	—30	—30	—40
Максимальная рассеиваемая мощность $P_{доп}$, *вт*, при температуре корпуса 50° C	7	10	10	10

[1] При $U_к=10$ *в* и $I_э=0,12$ *а*.
[2] При $U_к=20$ *в* и $I_э=0,12$ *а*.
[3] При $I_к=0,15$ *а* и $I_б=0,5$ *а*.



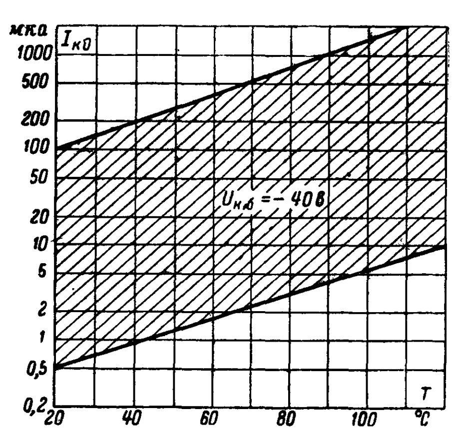
Усредненные входные статические характеристики транзисторов П302—П304 в схеме с общим эмиттером.

а
$I_к$
+ 50°С
0,4
0,3
0,2
0,1
0
100 ма
80 ма
60 ма
40 ма
20 ма
10 ма
5 ма
$I_б=0$
$U_{к.э}$
10
20
30
40
в

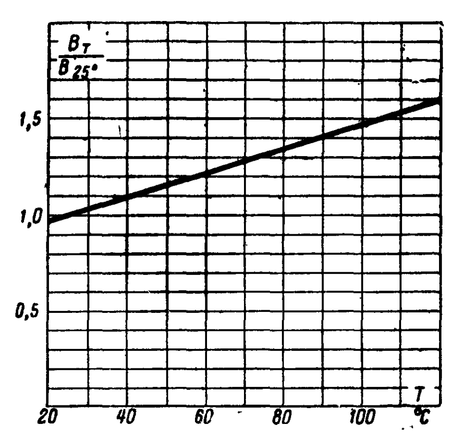
Типовые выходные статические характеристики транзисторов П302 в схеме с общим эмиттером.

Типовые выходные статические характеристики транзисторов П303 и П303А в схеме с общим эмиттером.

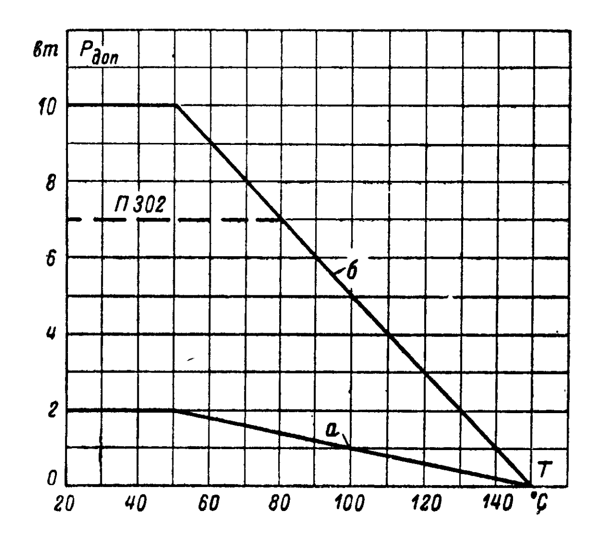
Типовые выходные статические характеристики транзисторов П304 в схеме с общим эмиттером.



Зависимость обратного тока коллектора от температуры для транзисторов П302—П304.

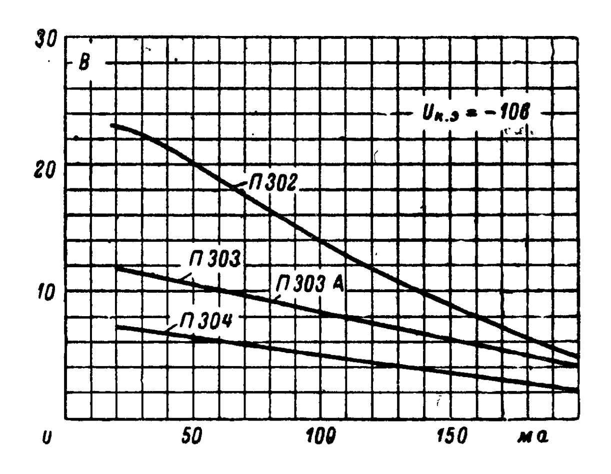


Зависимость коэффициента усиления по постоянному току в схеме с общим эмиттером от температуры для транзисторов П302—П304.



Зависимость предельно допустимой мощности, рассеиваемой транзисторами П302—П304, от температуры окружающего воздуха.

а — без радиатора; *б* — с алюминиевым радиатором 120×120×4 *мм*.



Типовые зависимости коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от тока коллектора для транзисторов П302—П304.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МОЩНЫХ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Транзисторы отличаются малыми размерами, высокой механической прочностью, практически мгновенной готовностью к действию и большой долговечностью.

Отсутствие цепей накала и благоприятная форма выходных характеристик, допускающая практически полное использование напряжения источника питания коллекторной цепи, делают мощные транзисторы высокоэкономичными усилительными и переключающими приборами. К. п. д. мощных усилительных каскадов на транзисторах превосходит к. п. д. соответствующих ламповых каскадов в 2—3 раза, а переключающих схем — в 5—10 раз. Однако для эффективной и надежной работы транзисторных схем необходимо учитывать специфические особенности транзисторов и соблюдать ряд условий грамотного конструирования и эксплуатации транзисторной аппаратуры.

1. Важнейшее условие безотказной работы транзисторов состоит в применении эффективного теплоотвода, гарантирующего сохранение температуры p-n переходов транзистора в допустимых пределах. Радиатор следует применять даже в тех случаях, когда мощный транзистор используется при пониженной мощности: это улучшает электрические характеристики транзистора и повышает надежность его работы.

2. Для достижения высокой эффективности радиатора надо добиваться наилучшего теплового контакта опорной поверхности корпуса транзистора с радиатором и максимальной теплоотдачи радиатора: соприкасающуюся с транзистором поверхность радиатора пришлифовывают, отверстия (индивидуальные для каждого вывода транзистора!) делают минимального диаметра, пластины радиаторов располагают вертикально. Наилучшие материалы для изготовления радиаторов — красная медь и алюминий (с пескоструйной обработкой и последующим чернением поверхности).

3. При необходимости электрически изолировать корпус мощного транзистора от шасси следует применять тончайшие изолирующие прокладки и стараться отделять ими не транзистор от радиатора, а радиатор от шасси.

4. Необходимо всемерно облегчать тепловой режим аппаратуры с мощными транзисторами: при разработке схемы нужно бороться за высокую экономичность каждого каскада, при конструировании прибора принимать меры для хорошего теплообмена прибора с внешней средой, не располагать транзисторы (в особенности с чернеными радиаторами!) вблизи других нагревающихся элементов, при эксплуатации аппаратуры следить за температурой окружающего воздуха.

5. Следует избегать применения предельно допустимых режимов и помнить о том, что при повышении температуры предельно допустимые значения мощности и напряжений понижаются.

6. По возможности нужно уменьшать сопротивление цепи база — общий провод и увеличивать сопротивление цепи эмиттер — общий провод. При параллельном соединении мощных транзисторов сопротивления уравнивающие токи предпочтительнее вводить в цепи эмиттеров, а не баз.

7. В схеме с индуктивной нагрузкой и отсечкой тока коллектора для предотвращения перенапряжения за счет э. д. с. самоиндукции следует шунтировать цепь нагрузки диодом.

8. Для надежного запирания транзисторов в переключающих схемах следует на эмиттерный переход в режиме отсечки подавать обратное напряжение.

9. Нельзя впаивать и выпаивать транзистор при включенном питании. Если все же придется включать транзистор под напряжением, то прежде всего нужно присоединять базу, затем эмиттер и в последнюю очередь коллектор. Выключать транзистор надо в обратном порядке.

10. Жесткие выводы транзисторов изгибать нельзя, при их подпайке нужно пользоваться низкотемпературным припоем и отводить тепло, зажав вывод плоскогубцами между местом пайки и корпусом транзистора.

СОДЕРЖАНИЕ